

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3401362 A1**

⑤① Int. Cl. 3:  
**F02D 13/02**

②① Aktenzeichen: P 34 01 362.8  
②② Anmeldetag: 17. 1. 84  
②③ Offenlegungstag: 9. 8. 84

DE 3401362 A1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
04.02.83 DE 33037256 06.08.83 DE 33284814  
⑦① Anmelder:  
Forschungsgesellschaft für Energietechnik und  
Verbrennungsmotoren mbH, 5100 Aachen, DE

⑦② Erfinder:  
Pischinger, Franz, Prof. Dr. techn.; Kreuter, Peter,  
Dr.-Ing., 5100 Aachen, DE

Behördeneigentum

⑤④ Verfahren zur Steuerung von Viertakt-Kolbenbrennkraftmaschinen

Bei einem Verfahren zur Steuerung von Viertakt-Kolbenbrennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung, mit Steuerung der Last durch die Frischgemischmenge im Arbeitsraum und mit variablem Abgasanteil an der Zylinderladung wird die Frischgemischmenge über voneinander unabhängige Ein- und Auslaßvorrichtungen bei außerhalb der Ein- und Auslaßvorrichtungen konstantem Strömungsquerschnitt im Ansaug- und Abgassystem ausschließlich durch aufeinander abgestimmte Öffnungs- und Schließzeiten der Ein- und Auslaßvorrichtungen derart gesteuert, daß eine bestimmte Abgasmenge nach Abschluß des Ladungswechsels im Zylinder vorhanden ist und dadurch das verbleibende Zylindervolumen für die Aufnahme von Frischgemisch zum Zweck der Laststeuerung reduziert wird, wobei die Anteile an Abgas und Frischgemisch sich im Zylinder während des Füll- und Verdichtungsvorgangs vermischen.

DE 3401362 A1

FEV Forschungsgesellschaft  
für Energietechnik und  
Verbrennungsmotoren mbH  
Augustinergasse 2  
5100 Aachen

P 8491

## Verfahren zur Steuerung von Viertakt-Kolbenbrennkraftmaschinen

### Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von Viertakt-Kolbenbrennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung, mit Steuerung der Last durch die Frischgemischmenge im Arbeitsraum und mit variablem Abgasanteil an der Zylinderladung, dadurch gekennzeichnet, daß die Frischgemischmenge über voneinander unabhängige Ein- und Auslaßvorrichtungen bei außerhalb der Ein- und Auslaßvorrichtungen konstantem Strömungsquerschnitt im Ansaug- und Abgassystem ausschließlich durch aufeinander abgestimmte Öffnungs- und Schließzeiten der Ein- und Auslaßvorrichtungen derart gesteuert wird, daß eine bestimmte Abgasmenge nach Abschluß des Ladungswechsels im Zylinder vorhanden ist und dadurch das verbleibende Zylindervolumen für die Aufnahme von Frischgemisch zum Zweck der Laststeuerung reduziert wird, wobei die Anteile an Abgas und Frischgemisch sich im Zylinder während des Füll- und Verdichtungsvorgangs vermischen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch entsprechende Steuerzeiten eine Druckdifferenz zwischen Brennraum und Einlaß- bzw. Abgaskanal gebildet und beim anschließenden Öffnen der Einlaß- bzw. Auslaßvorrichtung schnell abgebaut wird, derart, daß durch Verwirbelung eine Verbesserung der Gemischaufbereitung erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß eine Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten für "Einlaß öffnet" und "Auslaß schließt" vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt in den Einlaßkanal geschoben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten für "Einlaß öffnet" und "Auslaß schließt" nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt aus dem Auslaßkanal angesaugt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten für "Auslaß schließt" vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt und "Einlaß öffnet" nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt im Brennraum verbleibt.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß durch Steuerzeiten für frühes "Einlaß öffnet" vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt Abgas in den Ansaugkanal geschoben und wieder angesaugt wird und durch spätes "Auslaß schließt" nach dem Ladungswechseltotpunkt Abgas aus dem Auslaßkanal zusätzlich wieder rückgesaugt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von der Vollast mit abnehmender Last der prozentuale Anteil der Abgasmenge an der Zylinderladung zunimmt und im Bereich geringer Last der prozentuale Anteil der Abgasmenge wieder abnimmt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichen der vorgegebenen maximalen Drehzahl die Steuerzeiten für die Einlaß- und die Auslaßvorrichtung zum Zweck der Drehzahlbegrenzung so gewählt werden, daß das Drehmoment, ausgehend von dem Vollastwert, bei geringfügig steigender Drehzahl bis zu negativen Werten abfällt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei Unterschreiten der vorgegebenen Leerlaufdrehzahl die Zylinderfüllung durch entsprechend koordinierte Steuerzeiten für die Einlaß- und die Auslaßvorrichtungen zur Leerlaufstabilisierung angehoben wird.

./..

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß beim Schubetrieb die Gaswechsel-  
verluste durch offengehaltene und/oder geschlossen gehaltene  
Einlaß- bzw. Auslaßvorrichtungen niedrig gehalten werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß im Bremsbetrieb bei geschlossen ge-  
haltener Einlaßvorrichtung die Auslaßvorrichtung so gesteuert  
wird, daß die an dem Zylinderinhalt geleistete Volumenänderungs-  
arbeit durch Öffnen der Auslaßvorrichtung bei bestehenden Druck-  
differenzen zwischen Arbeitsraum und Abgassystem im Abströmvorgang  
der Gase in Strömungsverlusten abgebaut wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der Gemischaufbe-  
bereitung das Frischgemisch zwischen Ansaugkanal und Brennraum bei  
offengehaltener Einlaßvorrichtung mehrmals hin- und hergeschoben  
wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7 und 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der Gemischaufbe-  
bereitung die Zylinderladung durch geschlossen gehaltene Ein- und  
Auslaßvorrichtungen mehrmals komprimiert und expandiert wird,  
bevor durch die Zündung die Verbrennung eingeleitet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, 12 und 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas nach einem Arbeitstakt voll-  
ständig oder teilweise durch entsprechende Steuerung der Ein-  
und Auslaßvorrichtungen während eines oder mehrerer Kompressions-  
und Expansionstakte im Zylinder verbleibt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, 12, 13 und 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß durch entsprechende Steuerung der  
Ein- und Auslaßvorrichtungen eine Abschaltung einzelner oder  
mehrerer Zylinder im getakteten Betrieb erfolgt, wobei die Einlaß-  
vorrichtungen geschlossen gehalten und\* Brennraumtemperatur durch  
rückgesaugtes Abgas durch die offengehaltene Auslaßvorrichtung  
aufrecht erhalten wird.

\*die

./..

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 15,  
dadurch gekennzeichnet, daß dem Brennstoffmassenstrom in Abhängig-  
keit von der Drehzahl durch die Steuerzeiten der Ein- und Auslaß-  
vorrichtungen ein Luftmassenstrom so zugemessen wird, daß sich  
das erforderliche Luftverhältnis einstellt.

Verfahren zur Steuerung von  
Viertakt-Kolbenbrennkraftmaschinen

Beschreibung

Bei Kraftmaschinen mit innerer Verbrennung wird eine möglichst anpassungsfähige Steuerung des Ein- und des Ausströmens des Arbeitsmediums angestrebt, um den Verbrennungsvorgang nach den jeweils gegebenen betrieblichen und sonstigen Anforderungen optimal beeinflussen zu können. Eine solche besonders flexible Steuerung ist vor allem bei instationären Brennkraftmaschinen besonders erwünscht, da diese bei sehr unterschiedlichen Betriebszuständen arbeiten.

Zur Steuerung der Gaswechselventile, Schieber o. dgl. werden bei Brennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung durchweg Nockenwellen verwendet. Anordnungen dieser Art haben den Nachteil, daß sie eine Beeinflussung der Öffnungs- und Schließzeiten nicht oder nur in sehr begrenztem Umfang zulassen.

Bei Kolben-Brennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung, bei denen das Brennstoff-Luft-Mischungsverhältnis aus verbrennungstechnischen Gründen in bestimmten engen Grenzen liegen muß, wie dies z.B. bei Ottomotoren der Fall ist, muß nach heutigem Stand der Technik die Last durch die Frischgemischmenge im Arbeitsraum gesteuert werden. Bei den üblicherweise unveränderlichen Ventilsteuerzeiten, die sich aus der Nockenform einer Nockenwelle ergeben, wird die Frischgemischmenge durch Drosselung im Einlaßsystem gesteuert. Durch diese Drosselung ergeben sich Ladungswechselverluste und ungünstige Restgasanteile in der Zylinderladung.

Es ist bereits vorgeschlagen worden, die Nachteile des Drosselns dadurch zu vermeiden, daß die Steuerzeiten der Einlaßöffnung variabel ausgeführt werden. So ist beispielsweise in SAE-Paper 770 880 von Sherman und Blumberg vorgeschlagen worden, eine Laststeuerung durch

die Bemessung der Füllung durch eine veränderliche Einlaßsteuerzeit zu erreichen. Diese Anpassung der Einlaßsteuerung stellt zwar eine Verbesserung gegenüber der starren Einlaßsteuerung dar, weil die Drosselvorrichtung und die damit verbundenen Verluste entfallen können, sie bringt aber auch Nachteile mit sich. Mit abnehmender Last vermindert sich nämlich das wirksame Verdichtungsverhältnis und damit die Verdichtungsendtemperatur zunehmend. Damit nehmen die Zündfähigkeit des Gemisches und die Güte der Verbrennung ab. Die Vorteile der fehlenden Drosselverluste werden so bei Teillast teilweise oder ganz wieder zunichtegemacht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Vorteile einer ungedrosselten Füllungsregelung zu nutzen, die beschriebenen Nachteile jedoch zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch ein Verfahren zur Steuerung von Viertakt-Kolbenbrennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung und Steuerung der Last durch die Frischgemischmenge im Arbeitsraum bei variablem Abgasanteil an der Zylinderladung gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß die Frischgemischmenge über voneinander unabhängige Ein- und Auslaßvorrichtungen bei außerhalb der Ein- und Auslaßvorrichtungen konstantem Strömungsquerschnitt im Ansaug- und Abgassystem ausschließlich durch aufeinander abgestimmte Öffnungs- und Schließzeiten der Ein- und Auslaßvorrichtungen derart gesteuert wird, daß eine bestimmte Abgasmenge nach Abschluß des Ladungswechsels im Zylinder vorhanden ist und dadurch das verbleibende Zylindervolumen für die Aufnahme von Frischgemisch zum Zweck der Laststeuerung reduziert wird, wobei die Anteile an Abgas und Frischgemisch sich im Zylinder während des Füll- und Verdichtungs Vorgangs vermischen.

Die erfindungsgemäße Lösung sieht also vor, daß die Steuerung der Auslaßvorrichtung, also im Regelfall des Auslaßventils, nicht, wie bisher bei Kolbenbrennkraftmaschinen üblich, nur zur Steuerung des Auslaßvorganges, sondern auch wesentlich zur Steuerung der Frischladungsmenge herangezogen wird.

./...

Dadurch, daß nicht nur das Einlaßventil im Sinne eines optimalen Betriebsverhaltens der Maschine geregelt wird, sondern kombinatorisch mit dem Einlaßventil auch das Auslaßventil bei allen im Betrieb vorkommenden Betriebszuständen zur Ladungswechselsteuerung koordiniert herangezogen wird, lassen sich die eingangs beschriebenen Forderungen in sehr vollkommener Weise erfüllen. Insbesondere ist eine optimale Steuerung des Motors bei allen im praktischen Betrieb auftretenden Beanspruchungen möglich.

Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Teilschnitt durch den Brennraumbereich einer Brennkraftmaschine zur Ausführung des Verfahrens der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung als Diagramm, in dem der Anteil der der Zylinderladung beizugebenden Abgasmenge in Abhängigkeit von der Last eingetragen ist.

Fig. 3 - 8 zeigen als Steuerdiagramme bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung Ventil-Hubfunktionen (links) und Öffnungszeiten der Ventile (rechts) über der Kurbelwinkelstellung.

Fig. 9 - 18 zeigen den Druckverlauf im p-V-Diagramm einer Verbrennungskraftmaschine im Ladungswechselbereich zur Erläuterung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung.

Fig. 1 zeigt schematisch den Bereich des Brennraums einer Verbrennungskraftmaschine mit Zylinderrohr 1, in dem sich Kolben 2 befindet. Ventile 3 dienen zur Steuerung der Brennkraftmaschine und werden von variablen Ventilsteuerungen 4 angetrieben. In einer Steuerlogik 5 sind Motorkennfelder für verschiedene Betriebszustände in Form von Steuerzeiten für Einlaß- und Auslaßventile sowie für die Kraftstoffeinspritzung und die Zündung gespeichert. Sie werden aufgrund des Steuereingangs 6, der Drehzahlinformation 7, der Motorbauteiltemperaturen 8, der Kühlwassertemperatur 9, des Druckes 10 und der Temperatur 11

der Verbrennungsluft abgerufen und einer Verstärkerstufe 12 zur Steuerung der Ventile 3 über die als elektromechanische Wandler 4 ausgebildeten Ventilsteuerungen Einspritzdüse 13 und Zündung 14 zugeleitet. Dadurch stellt sich der Luftmassenstrom 15 durch Filter 16 im Saugrohr 17 und der Kraftstoffstrom 18 aus dem Kraftstoffbehälter über Pumpe 19 und Drucksteuerventil 20 ein.

Wie Fig. 2 zeigt, kann ausgehend von dem Zustand der Vollast bei einer beliebigen Motordrehzahl, bei dem die im Zylinder verbleibende Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten der Ein- und Auslaßvorrichtungen minimal gehalten wird, bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Last dadurch reduziert werden, daß durch entsprechende Steuerung der Ein- und Auslaßvorrichtungen die Abgasmenge im Zylinder gesteigert wird, so daß das verbleibende Zylindervolumen zum Ansaugen von Frischgemisch herabgesetzt wird. Durch die geringere angesaugte Frischgemischmenge wird die Last reduziert. Dieses Vorgehen kommt etwa bis zur halben Maximallast in Betracht. Eine weitere Absenkung der Last kann gemäß der Erfindung dann dadurch erreicht werden, daß sowohl die aus dem vorangegangenen Arbeitszyklus im Brennraum verbleibende Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten der Ein- und Auslaßvorrichtungen im Ladungswechsel-Oberen-Totpunkt reduziert wird als auch die in den Brennraum gelangende Frischgemischmenge durch entsprechende Steuerzeiten für "Einlaß schließt" verringert wird. Figur 2 zeigt qualitativ die Menge des Abgasanteils an der gesamten Zylinderladung in Abhängigkeit von der Last. Die für den folgenden Arbeitszyklus gewünschte Abgasmenge kann durch Verbleib von Abgas im Brennraum und/oder durch Ansaugen von gespeichertem Abgas aus dem Ansaugkanal und/oder durch Rücksaugen aus dem Auslaßkanal erreicht werden.

Die Figuren 3 bis 8 zeigen jeweils links die Hubfunktion des Auslaßventils A und des Einlaßventils E im Bereich des oberen Totpunktes LWOT des Ladungswechsels, während rechts die Öffnungszeiten der Ventile durch Balken über der Kurbelwinkelstellung dargestellt sind, wobei A<sub>o</sub> den Öffnungszeitpunkt und A<sub>s</sub> den Schließzeitpunkt des Auslaßventils, und E<sub>o</sub> den Öffnungszeitpunkt und E<sub>s</sub> den Schließzeitpunkt des Einlaßventils darstellen. Die Darstellung der rechten Diagramme reicht vom unteren Totpunkt LWUT bei Beginn des Ladungswechsels bis

zum Zünd-Oberen-Totpunkt ZOT. Das Einlaßventil schließt dabei jeweils vor dem unteren Totpunkt UT beim Ende des Ladungswechsels, so daß dadurch die Leistungssteuerungsart "Früher-Einlaß-Schluß", die zur Begrenzung der angesaugten Frischgemischmenge angewendet wird, dargestellt ist.

Die Figuren 9 bis 18 zeigen den Druckverlauf im p-V-Diagramm einer Verbrennungskraftmaschine in Ladungswechselbereich zur näheren Erläuterung des Verfahrens gemäß der Erfindung.

In Verbindung mit entsprechenden Steuerzeiten für "Einlaß öffnet" kann durch frühes Schließen des Auslasses (Fig. 3 und 9) oder durch spätes Schließen des Auslasses (Fig. 4 und 10) dosiert frisches Abgas aus dem vorhergehenden Arbeitszyklus kurzzeitig in den Einlaßkanal oder in den Auslaßkanal geschoben und wieder angesaugt werden. Damit wird zunächst ein Teil des Kolbenhubes zur dosierten Füllung des Arbeitsraumes mit Abgas und erst der anschließende Teil des Kolbenhubes zur Füllung mit Frischgemisch genutzt. Der Zylinderinhalt besteht aus heißem frischen Abgas und Frischgemisch, die sich während der anschließenden Verdichtung vermischen. Ein analoger Effekt kann auch erzielt werden durch frühes Auslaßschließen und spätes Einlaßöffnen - relativ zum oberen Totpunkt (Fig. 5 und 11). Dadurch ist es möglich, bei gegebener Teillast-Frischgemischmenge das Verdichtungsverhältnis im Zylinder zu erhöhen und gleichzeitig einen vorteilhaften Einfluß der noch reaktiven Abgase auf Zündung und Flammenausbreitung zu nutzen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, das Auslaßventil vor dem oberen Totpunkt schließen zu lassen, so daß sich im letzten Weg des Kolbens verdichtetes Abgas im Zylinder befindet. Beim Öffnen des Einlaßventils um den oberen Totpunkt wird die Abgasmenge unter dem Einfluß des Druckgefälles in den Einlaßkanal strömen, wodurch die Gemischbildung im Einlaßkanal stark intensiviert wird. Das so gebildete Gemisch aus Abgas und Frischladung im Einlaßkanal wird sodann bis zum Schließen des Einlaßventils angesaugt (Fig. 6 und 12). Die Gemischbildung kann jedoch auch dadurch intensiviert werden, daß das Auslaßventil in der Nähe des oberen Totpunktes schließt und das Einlaßventil erst zu einem späteren Zeitpunkt nach einem bestimmten Weg des Kolbens öffnet. Durch den Unterdruck im Zylinder kommt es

./..

beim Öffnen zu einem intensiven Einströmen in den Zylinder, wodurch ebenfalls eine intensivierete Gemischbildung erzielt wird (Fig. 7 und 13). Zur Erhöhung des Abgasanteils kann dabei auch ein Schließen des Auslaßventils nach dem oberen Totpunkt vorgenommen werden, wobei das Öffnen des Einlaß auf einen entsprechend noch späteren Zeitpunkt verlegt wird. Für besondere Betriebspunkte kann es auch vorteilhaft sein, durch starke Überschneidung von Ein- und Auslaß im oberen Bereich der Kolbenbewegung zunächst Abgas in beide Kanäle zu schieben und es beim Nachuntergehen des Kolbens wieder anzusaugen (Fig. 8 und 14).

In Anwendung der Erfindung wird gemäß Fig. 12 und 13 in Verbindung mit den Figuren 6 und 7 zweckmäßig so vorgegangen, daß durch entsprechende Steuerzeiten eine Druckdifferenz zwischen Brennraum und Einlaß- bzw. Abgaskanal gebildet und beim anschließenden Öffnen der Einlaß bzw. Auslaßvorrichtung so schnell abgebaut wird, daß durch Verwirbelung eine Verbesserung der Gemischaufbereitung erfolgt.

Wie Fig. 9 in Verbindung mit Fig. 3 zeigt, ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, daß eine Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten, für "Einlaß öffnet" und "Auslaß schließt" vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt in den Einlaßkanal geschoben wird. Auch kann es entsprechend der Darstellung in Fig. 10 in Verbindung mit Fig. 4 zweckmäßig sein, daß eine Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten für "Einlaß öffnet" und "Auslaß schließt" nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt aus dem Auslaßkanal angesaugt wird. Fig. 11 zeigt in Verbindung mit Fig. 5, daß gemäß der Erfindung eine Abgasmenge durch entsprechende Steuerzeiten für "Auslaß schließt" vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt und "Einlaß öffnet" nach dem oberen Ladungswechseltotpunkt im Brennraum verbleibt. Auch kann es zweckmäßig sein, daß entsprechend Fig. 14 in Verbindung mit Fig. 8 durch Steuerzeiten für frühes "Einlaß öffnet" vor dem oberen Ladungswechseltotpunkt Abgas in den Ansaugkanal geschoben und wieder angesaugt wird und durch spätes "Auslaß schließt" nach dem Ladungswechseltotpunkt Abgas aus dem Auslaßkanal zusätzlich wieder rückgesaugt wird.

Gemäß der Erfindung ist es zweckmäßig, die Abgasanteile so zu bemessen, daß ausgehend von der Vollast mit abnehmender Last der prozentuale

./...

Anteil der Abgasmenge an der Zylinderladung zunimmt und im Bereich geringer Last der prozentuale Anteil der Abgasmenge wieder abnimmt, wie auch Fig. 2 zeigt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß bei Erreichen der vorgegebenen maximalen Drehzahl die Steuerzeiten für die Einlaß- und die Auslaßvorrichtung zum Zweck der Drehzahlbegrenzung so gewählt werden, daß das Drehmoment, ausgehend von dem Vollastwert, bei geringfügig steigender Drehzahl bis zu negativen Werten abfällt. Dies ermöglicht ein ruckfreies Abregeln der Last für gleichmäßigen Fahrbetrieb an der Drehzahlgrenze. Dabei ist ein besonders verbrauchsgünstiger und schadstoffarmer Betrieb erreichbar. Dieses Ergebnis unterscheidet sich wesentlich von der bisherigen Methode der Zündungsabschaltung, bei der sich ein unruhiger, stoßartiger Betrieb an der Abregelgrenze, ein hoher Kraftstoffverbrauch und hohe Schadstoffemission nachteilig bemerkbar machten.

Auch ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß bei Unterschreiten der vorgegebenen Leerlaufdrehzahl die Zylinderfüllung durch entsprechend koordinierte Steuerzeiten für die Einlaß- und die Auslaßvorrichtungen zur Leerlaufstabilisierung angehoben wird. Hierdurch ist eine Stabilisierung des Leerlaufverhaltens bei allen Betriebsbedingungen möglich. Eine solche Verfahrensweise war bisher nicht bekannt, da ein Eingriff auf die Drosselklappe erforderlich ist und die Leerlaufstabilisierung bisher durch Gemischanreicherung erfolgte. Das führte naturgemäß zu hohem Verbrauch und hoher Schadstoffemission.

Beim Schubbetrieb kann es vorteilhaft sein, die Gaswechselverluste durch offengehaltene und/oder geschlossen gehaltene Einlaß- bzw. Auslaßvorrichtungen niedrig zu halten. Hierdurch wird erreicht, daß die Maschine im Schubbetrieb besonders niedrige Verluste hat. Der Kraftstoffverbrauch ist Null, und es findet keine Schadstoffemission statt. Ein solches Ergebnis war bisher nicht erreichbar, da ein schwieriger Eingriff in dynamisch hochbelastete Ventiltriebe erforderlich wäre. Das führte bei den früheren Betriebsarten zu erheblich höherer Schubleistungsaufnahme, zu unerwünscht hohen Schadstoffemissionen durch unvollkommen verbrannten Kraftstoff und durchgespülte Kraftstoffe bei Zündungsabschaltung.

./..

Wie Fig. 16 zeigt, kann gemäß der Erfindung im Bremsbetrieb bei geschlossen gehaltener Einlaßvorrichtung die Auslaßvorrichtung so gesteuert werden, daß die an dem Zylinderinhalt geleistete Volumenänderungsarbeit durch Öffnen der Auslaßvorrichtung bei bestehenden Druckdifferenzen zwischen Arbeitsraum und Abgassystem im Abströmvorgang der Gase durch Strömungsverluste abgebaut wird. Während bei den bisherigen Verfahren der Motorbremsung die maßgebende Bremsleistung durch die Ausschiebearbeit bei erhöhtem Abgasgegendruck nur in einem Takt im Viertaktbetrieb erreicht werden kann, ist es gemäß der Erfindung möglich, jedes Aufwärtsbewegen des Kolbens zum Kompressionshub und jedes Abwärtsbewegen des Kolbens zum Expansionshub auszunutzen und damit zum Zweck der Bremsung die jeweilige Energie durch Abströmung abzubauen. Hierdurch ist im Vergleich zu den bisherigen Motorbremsverfahren eine wesentlich höhere Bremsleistung erreichbar.

Zur Verbesserung der Starteigenschaften kann auch entsprechend der Darstellung in Fig. 17 die erforderliche Frischgemischmenge durch entsprechende Steuerung des Einlaßventils angesaugt werden und zur besseren Gemischaufbereitung bei geschlossen gehaltenen Ein- und Auslaßventilen erst nach einigen Kompressions- und Expansionshüben gezündet werden, oder es kann eine bessere Gemischaufbereitung durch Hin- und Herschieben des Frischgemisches zwischen Ansaugkanal und Brennraum bei offengehaltenem Einlaßventil erreicht werden, wie Fig. 15 zeigt.

Auch kann es in bestimmten Fällen vorteilhaft sein, daß zur Verbesserung der Warmlaufeigenschaften das nach einem Arbeitstakt im Brennraum befindliche Abgas ganz oder teilweise durch entsprechende Steuerung des Auslaßventils im Zylinder verbleibt und bei Kompression und Expansion durch Abgabe der Restverbrennungswärme an die Brennraumboberfläche ein schnelles Aufheizen des Motors bewirkt, wie Fig. 18 zeigt.

Durch entsprechende Steuerung der Ein- und Auslaßvorrichtungen kann eine Abschaltung einzelner oder mehrerer Zylinder im getakteten Betrieb erfolgen, wobei die Einlaßvorrichtungen geschlossen gehalten und die Brennraumtemperatur durch rückgesaugtes Abgas durch die offengehaltene Auslaßvorrichtung aufrecht erhalten wird.

./..

Wie im Zusammenhang mit der in Fig. 1 dargestellten Anordnung erkennbar ist, kann die Brennstoffzumessung bei Brennkraftmaschinen derart erfolgen, daß in Abhängigkeit von Drehzahl und Ventilsteuerzeiten sowie von Saugrohrdruck und -temperatur der Luftmassenstrom durch die Verdrängungswirkung des Kolbens festgestellt wird, so daß der einzuspritzende Brennstoffmassenstrom für ein gefordertes Luftverhältnis  $\lambda$  ohne zusätzliche Luftmengenmeßeinrichtung bestimmt werden kann. Der Vorteil dieser Maßnahme ist, daß ein besonderes Kraftstoffzumeßsystem eingespart wird. Zusätzliche Kraftstoffzumeßsysteme haben einen hohen Raumbedarf und bedingen zusätzliche Kosten.

MACHTRECHT

25014

17.  
-1/4-

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 01 362  
F 02 D 13/02  
17. Januar 1984  
9. August 1984

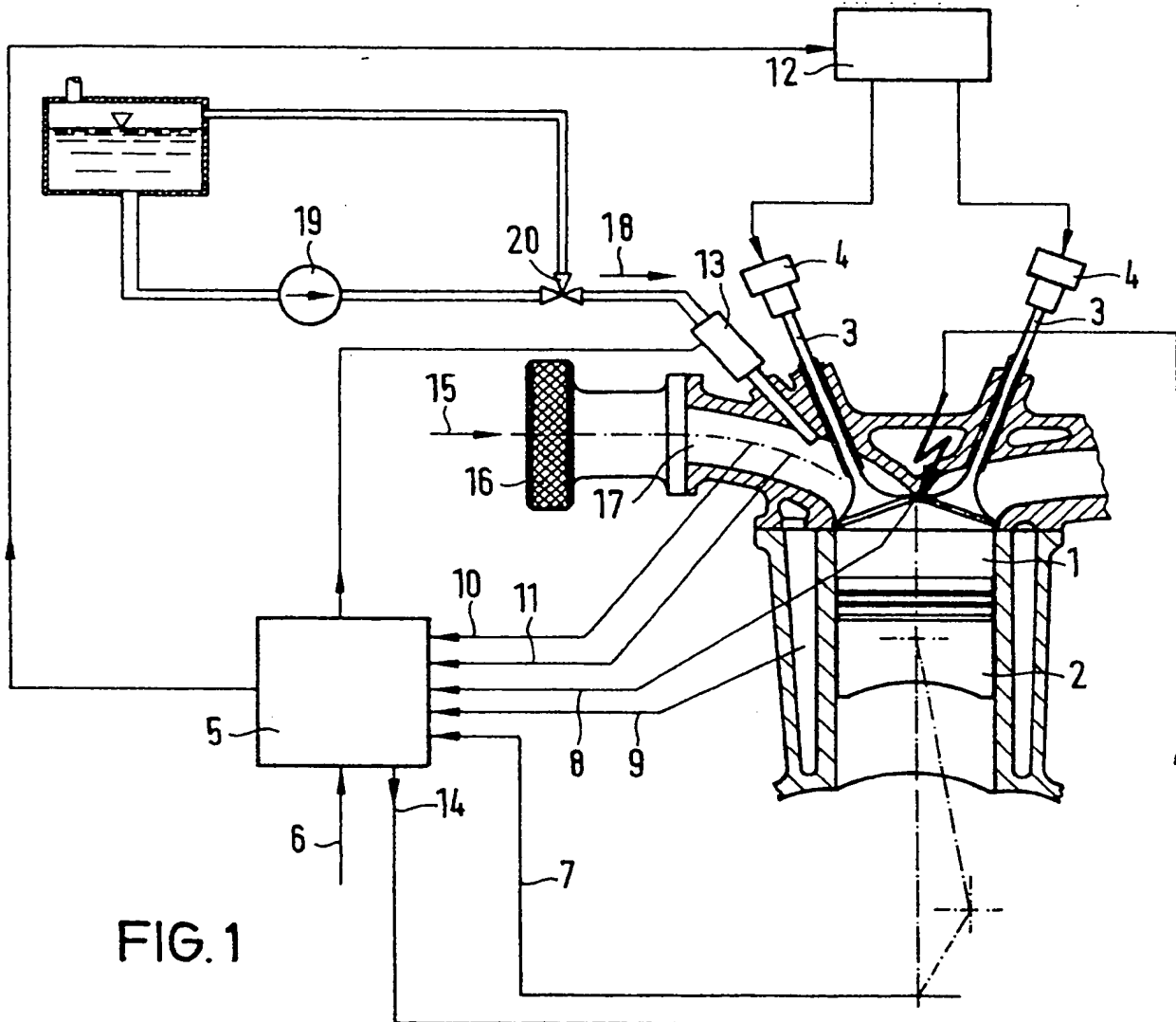


FIG. 1

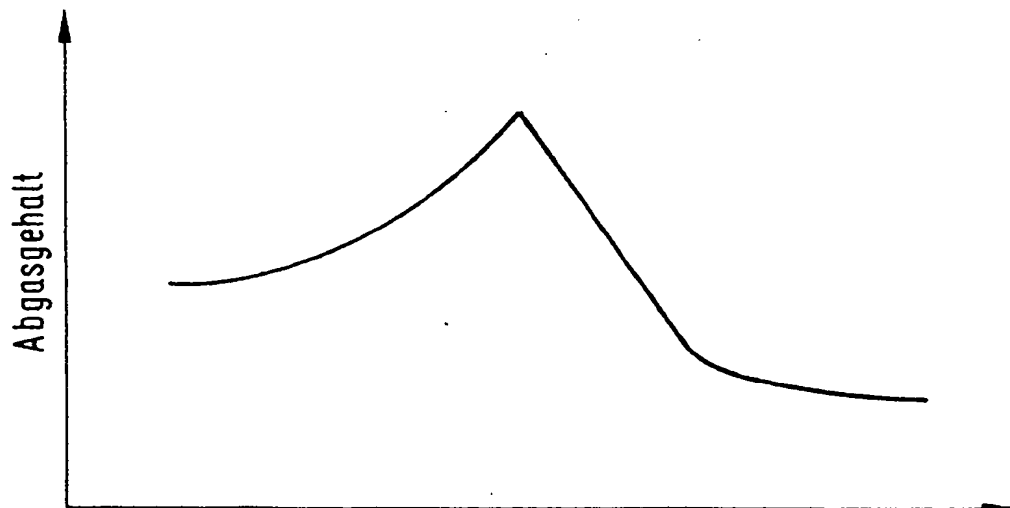


FIG. 2

NAE, NOT EIGHT

34U13b2

-214-

FIG. 3

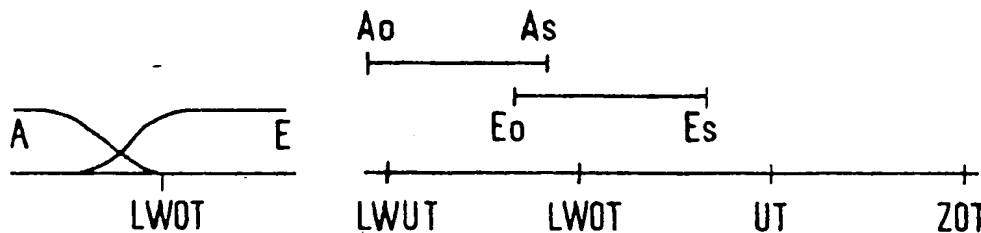


FIG. 4

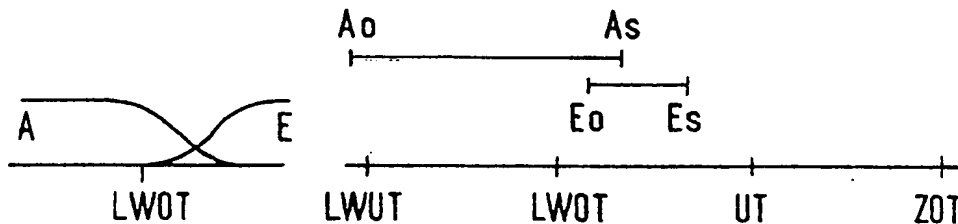


FIG. 5

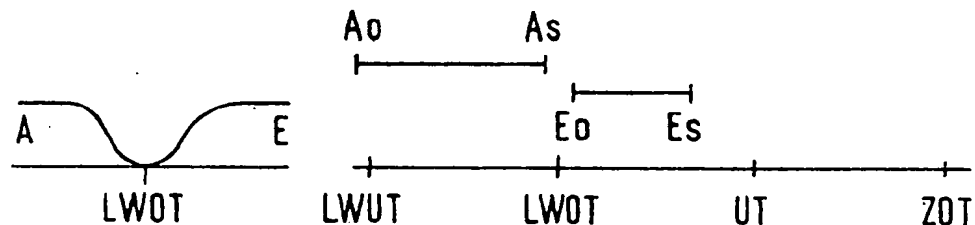


FIG. 6

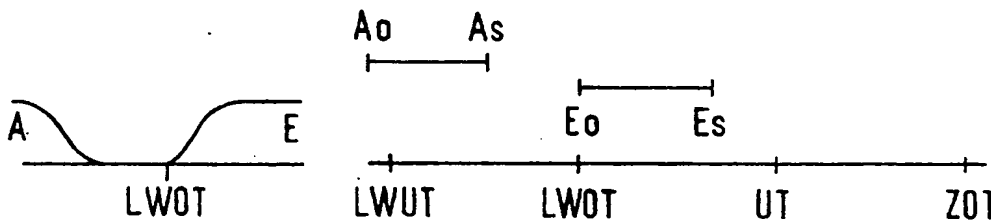


FIG. 7

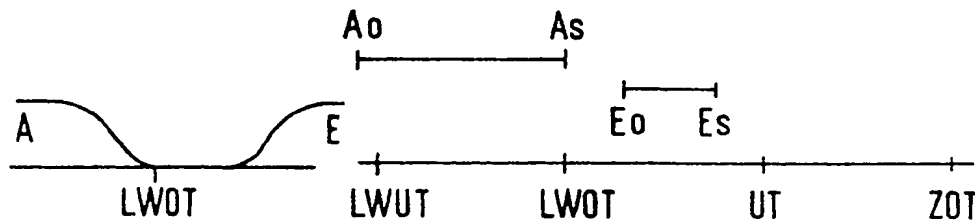
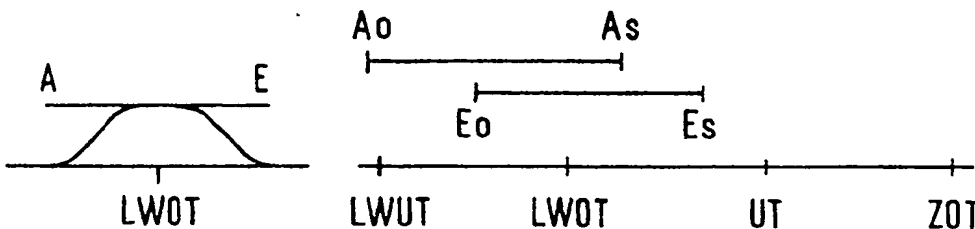


FIG. 8



-3/4-

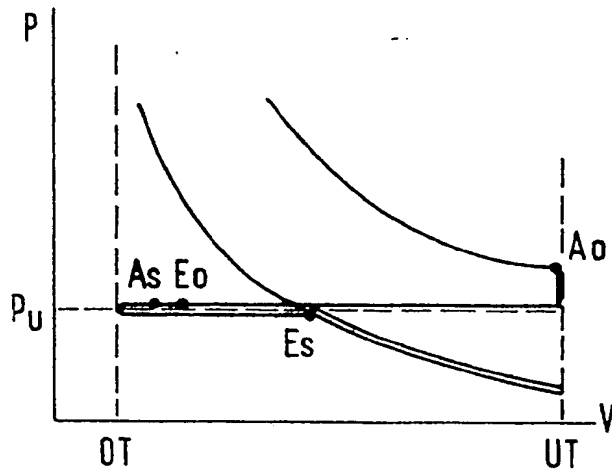


FIG. 9

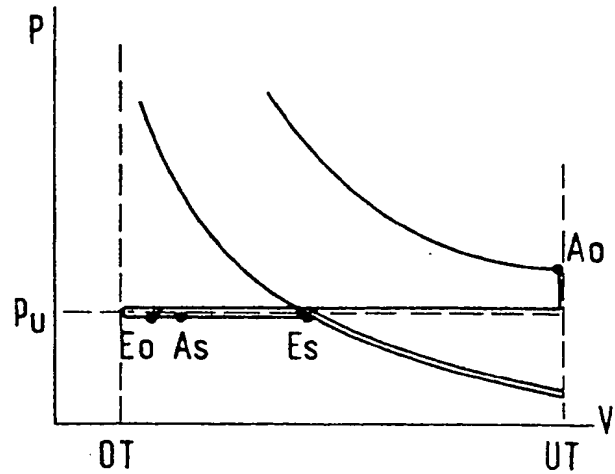


FIG. 10

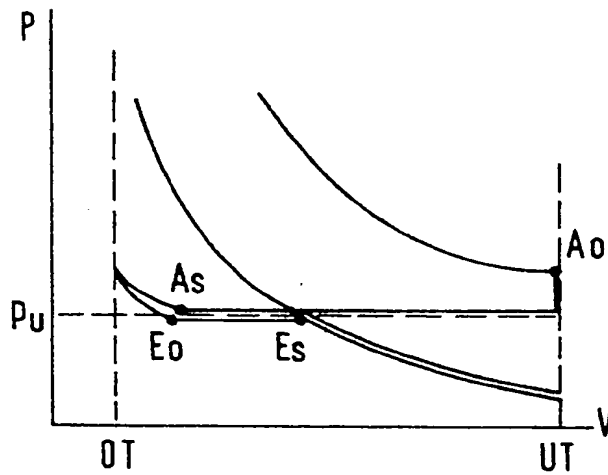


FIG. 11

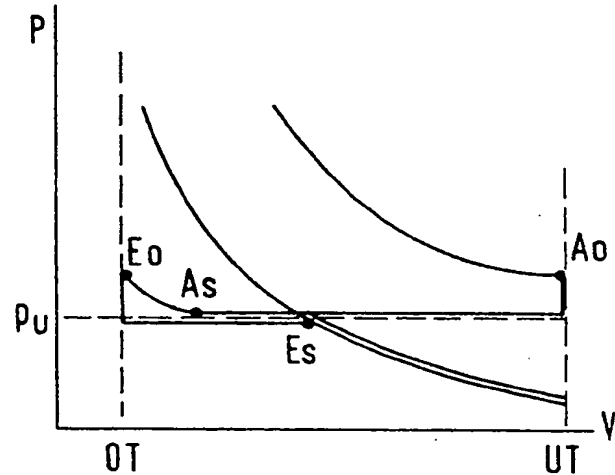


FIG. 12

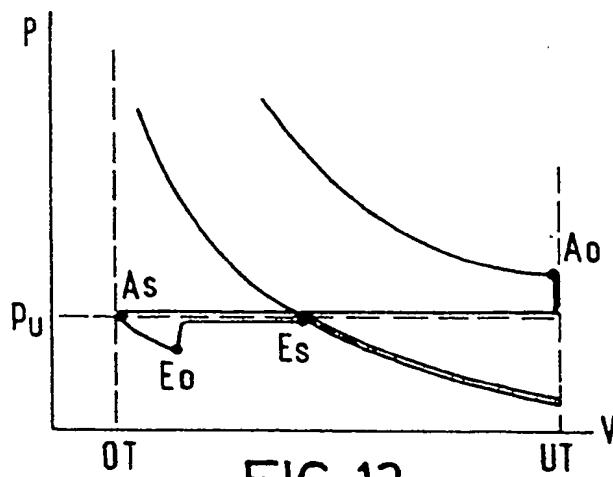


FIG. 13

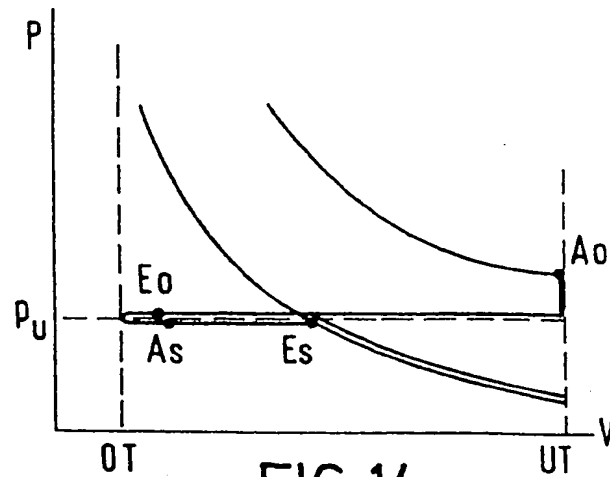


FIG. 14

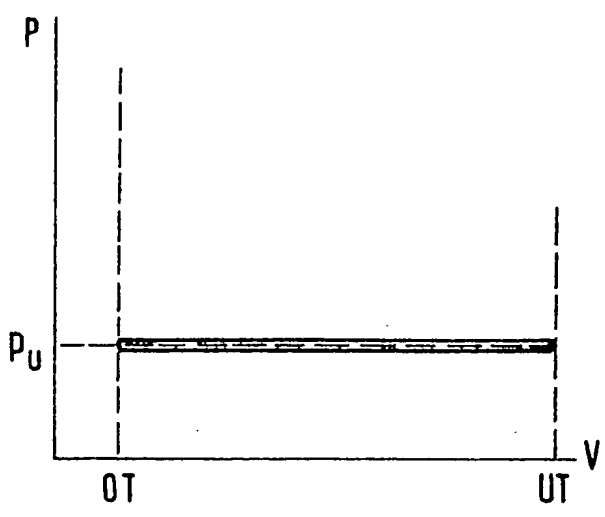


FIG. 15

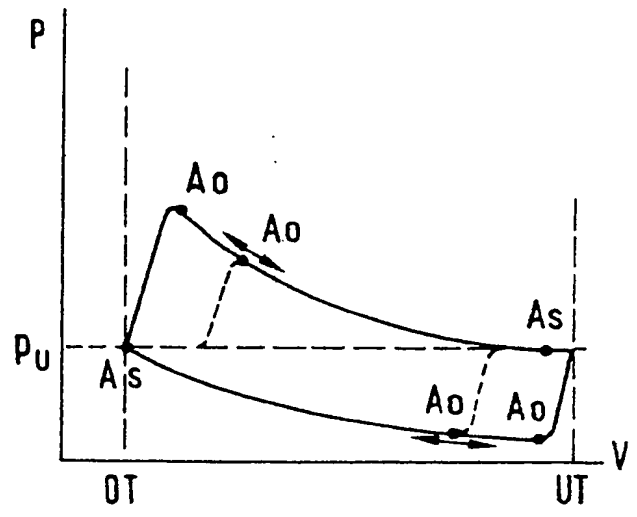


FIG. 16

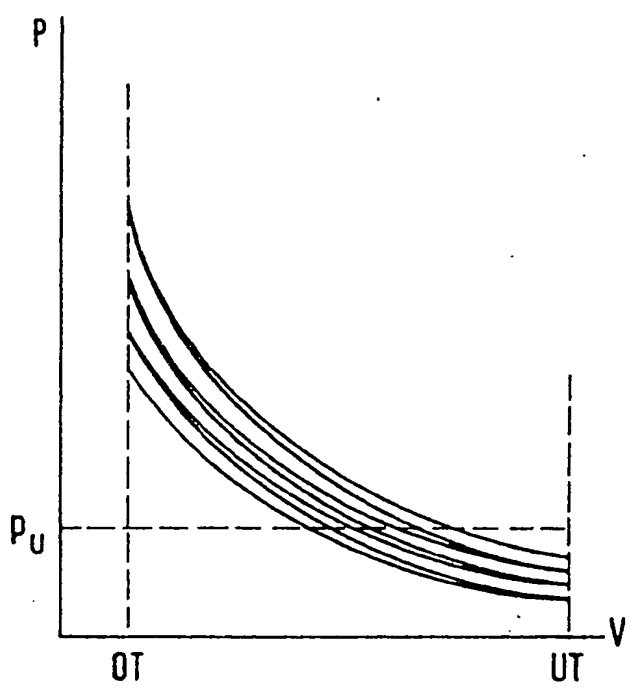


FIG. 17

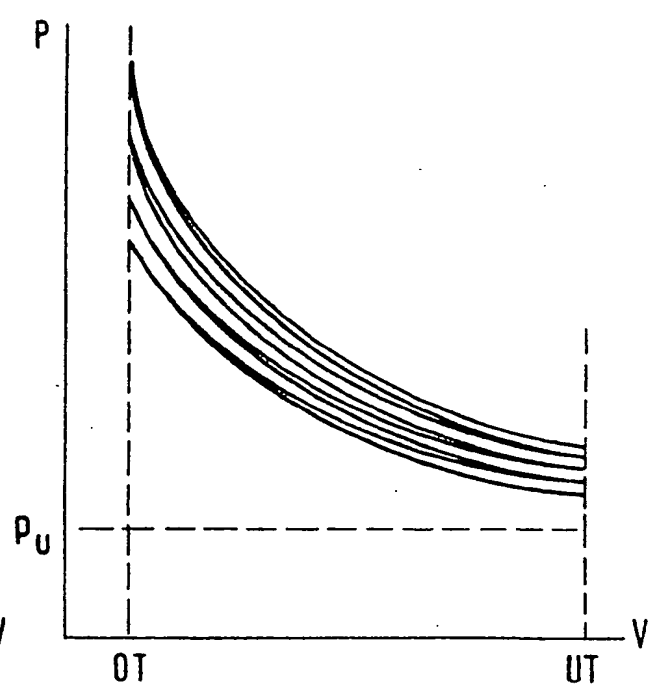


FIG. 18